

- PURDY, E. G.: Recent calcium carbonate facies of the Great Bahama Bank, 1 + 2. — *J. Geol.*, 71, 334—355, 472—479, Chicago 1963.
- SCHWARZACHER, W.: Petrology and structure of some Lower Carboniferous reefs in northwestern Ireland. — *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, 45, 1481—1503, Tulsa 1961.
- WIEDENMAYER, F.: Obere Trias bis mittlerer Lias zwischen Saltrio und Tremona (Lombardische Alpen). — Die Wechselbeziehung zwischen Stratigraphie, Sedimentologie und syngenetischer Tektonik. — *Eclogae Geol. Helv.*, 56, 2, 532—640, Basel 1963.

BOREALE EINFLÜSSE IM OBERJURA WESTEUROPAS? ¹⁾

Von BERNHARD ZIEGLER, Zürich ^{*})

Mit 8 Abbildungen

Zusammenfassung

Die allmähliche Abnahme der Formen-Mannigfaltigkeit gegen Norden deutet ebenso wie die Nordgrenze des Vorkommens von Riff-Korallen, Diceraten, Nerineen und „Oppelien“ auf Unterschiede in der Meeres-Temperatur. Einer südlichen tropischen Region steht eine gemäßigte („boreale“) Zone im Norden gegenüber. Nordwesteuropa liegt im Übergangsbereich.

Während des Oberjura ist keine allgemeine Änderung der Meeres-Temperaturen nachweisbar. Die faziellen und faunistischen Besonderheiten im Mittel- und Obermalm Nordwesteuropas lassen sich am besten durch eine Verlagerung von Meeres-Strömungen erklären.

Summary

In the Upper Jurassic of Europe there is a northern boundary in the distribution of reef-corals, Diceratids, Nerineids, and „Oppeliids“. This feature and the greater number of species and genera in southern regions than in the North points to differences in the temperature of the Sea. It is possible to separate a southern tropical region from a temperate („boreal“) zone in the North. Northwestern Europe is situated in between.

During the Upper Jurassic no general change in the temperature of the sea can be observed. Peculiarities in facies and fauna of the northwestern European Upper Jurassic are well explained by displacements of currents in the Sea.

Résumé

Dans le Jurassique supérieur de l'Europe une région tropicale méridionale peut être séparée d'une zone (« boreale ») tempérée dans le Nord. L'Europe du nord-ouest est située dans le domaine transitaire. Pendant le Jurassique supérieur aucun changement de la température de la mer est à constater. Les particularités du facies et de la faune dans le Malm moyen et supérieur de l'Europe du nord-ouest sont très facilement à expliquer par un déplacement de courants dans la mer.

¹⁾ Für wertvolle Hinweise danke ich Dr. K. W. BARTHEL (München), Dr. O. F. GEYER (Stuttgart), Prof. Dr. E. KUHN-SCHNYDER und Dr. H. RIEBER (beide Zürich).

^{*}) Anschrift des Verfassers: Doz. Dr. B. ZIEGLER, Zürich 6, Künstlergasse 16, Paläont. Institut.

Vor über 80 Jahren vertrat M. NEUMAYR (1883) die Ansicht, man könne in der Jura-Formation Klimazonen erkennen. Obwohl sich mancher Widerspruch regte (z. B. S. NIKITIN 1889, V. UHLIG 1911, E. DACQUÉ 1915), setzten sich seine Ideen in vielen Punkten durch.

Unbestreitbar sind die deutlichen Faunen-Unterschiede zwischen der südeuropäischen „mediterranen“ und der nordeuropäischen „borealen“ Klimaprovinz NEUMAYRS: Hier Riff-Korallen und Ammoniten aus der Gruppe der „Oppelien“, dort die Ammoniten-Gattungen *Cardioceras*, *Amoeboceras*, *Rasenia*, *Aulacostephanus*, *Virgatites* und *Craspedites*, die Belemniten *Pachyteuthis* und *Cylindroteuthis*, sowie die Muschel-Gruppe der „Aucellen“.

Eine ganze Reihe „borealer“ Typen ist nicht nur in der Arktis und aus Rußland bekannt, sondern auch in Mittel- und Westeuropa nachgewiesen. Selbstverständlich fehlt es nicht an Versuchen, diese Vorkommen zu erklären. Faßt man die Ansichten der kompetentesten Autoren zusammen (z. B. W. J. ARKELL 1956, S. 610—618; H. & G. TERMIER 1952, S. 514 ff.), so ergibt sich ungefähr folgendes Bild: Zu Ende des Dogger herrschte in weiten Teilen Europas ein tropisches Klima. Im unteren Malm sanken die Temperaturen. Boreale Wassermassen stießen nach Süden vor und brachten boreale Tiergruppen mit sich. Zugleich wurden die ausgesprochen tropischen Vertreter wie Riff-Korallen und „Oppelien“ immer weiter nach Süden gedrängt.

Neuere faunistische und stratigraphische Arbeiten über den Oberjura Westeuropas lassen allerdings manche Aspekte dieser Vorstellung in einem anderen Licht erscheinen. Aus diesem Grund müssen zunächst einmal ihre Grundlagen überprüft werden.

Als gutes Beispiel für das Auftreten der „borealen“ Ammoniten kann die Gattung *Aulacostephanus* dienen. Sie ist im nördlichen Europa sehr häufig. Im Süden tritt sie dagegen weit in den Hintergrund. Die Häufigkeit der Gattung in England und Rußland rührt allerdings daher, daß die dortigen Ammoniten-Faunen insgesamt sehr gattungs-arm sind (Abb. 3). Die verbleibenden Gattungen stellen damit zwangsläufig einen größeren Anteil an der Gesamtfauuna als in den formenreichen Faunen des Südens. Dabei ist *Aulacostephanus* im Süden arten-reicher als im Norden (Abb. 1). In der heutigen Arktis scheint die Gattung sogar nur sehr untergeordnet vertreten zu sein. Als Charakterform für den „borealen“ Raum kann *Aulacostephanus* damit nicht mehr gelten. Ähnliches gilt auch für *Rasenia*.

Die „borealen“ Ammoniten-Gattungen *Virgatites* und *Craspedites* sind Leitformen des obersten Malm Rußlands. Gerade in diese Zeitspanne fällt jedoch die weitverbreitete — allerdings nicht überall streng gleichzeitige — spätjurassische Meeresregression (vgl. auch S. 257). Sie isolierte die einzelnen Becken weitgehend und förderte das Entstehen endemischer Formen. Solche Endemismen sind auch von anderen Orten bekannt, zum Beispiel *Oxyopelia* aus dem obersten Kimmeridgien Südwestdeutschlands (F. BERCK-

HEMER & H. HÖLDER 1959), *Mazapilites* aus dem Tithon Mexicos (C. BURCKHARDT 1919) oder *Haplophylloceras* aus dem Grenzbereich Jura/Kreide des himalayisch-indonesischen Raumes (W. RYF 1962). Es wird darum den Verhältnissen gerechter, *Virgatites* und *Craspedites* als endemische Gattungen des russischen beziehungsweise des russisch-arktischen Beckens zu betrachten. Kronzeugen eines borealen Klimas sind sie nicht.

Auch bei den Belemniten kann die räumliche Isolierung die Verschiedenheit der Faunen in Nord und Süd jedenfalls im oberen Malm teilweise

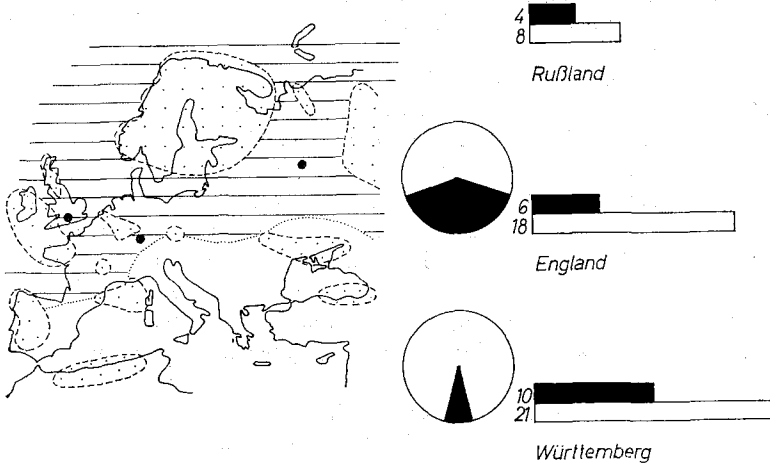


Abb. 1. Häufigkeit und Artenzahlen bei *Aulacostephanus*. In den Kreisen: Schwarz: Anteil der Gattung *Aulacostephanus* an der gesamten Ammoniten-Fauna. Balken: Weiß: Gesamtzahl der vorkommenden Arten. Schwarz: Artenzahl umgerechnet auf eine Ammonitenzone. In der Karte schraffiert: Vorkommen der Gattung *Aulacostephanus*. Punktirt: Vermutete Landgebiete. Es sind nur Formen der *mutabilis*-, *eudoxus*- und *autissiodorensis*-Zonen berücksichtigt. Daten nach B. ZIEGLER 1962.

erklären. In Callovien, Oxfordien und unteren Kimmeridgien kann sie jedoch keine wesentliche Rolle gespielt haben. Aus diesem Grunde nimmt G. R. STEVENS (1963) an, daß die borealen Gattungen *Pachyteuthis* und *Cylindroteuthis* an ein kühleres Klima gebunden waren als die tethydischen Gattungen *Belemnopsis* und *Hibolithes*.

Für die epikontinentalen Randmeere der europäischen Tethys sind im Oberjura die „Oppelien“ besonders charakteristisch. Man versteht darunter in erster Linie die Ammoniten-Gattungen *Taramelliceras*, *Streblites*, *Ochetoceras*, *Trimarginites*, *Glochiceras* und *Creniceras*. Es trifft sicherlich zu, daß sie Typen der wärmeren Meere sind (so wie *Amoeboceras* tatsächlich vor allem in den gemäßigten Breiten vorkommt). Man darf sie als Klimazeugen jedoch nicht überbewerten. Wie Beobachtungen im unteren Malm des Schweizer Jura zeigen (als Beispiel vgl. Abb. 2), sind die „Oppelien“ in ihrem Auftreten stark von der Wassertiefe abhängig. Ganz all-

gemein meiden Ammoniten ja das flachste Wasser. Die „Oppelien“ des Oberjura fehlen indessen auch noch dort, wo sich die ersten Perisphincten einstellen. Im Vorkommen der „Oppelien“ äußern sich somit in erster Linie ökologische und erst in zweiter Linie klimatische Momente. Ihr Fehlen muß nicht klimatisch bedingt sein.

Die „Aucellen“ (das heißt die Lamellibranchiaten-Gattung *Buchia* s.l.) sind im Oberjura Europas vor allem im Norden heimisch. Im ganzen Malm der heutigen Arktis sind sie verbreitet. In Innerrußland erscheinen

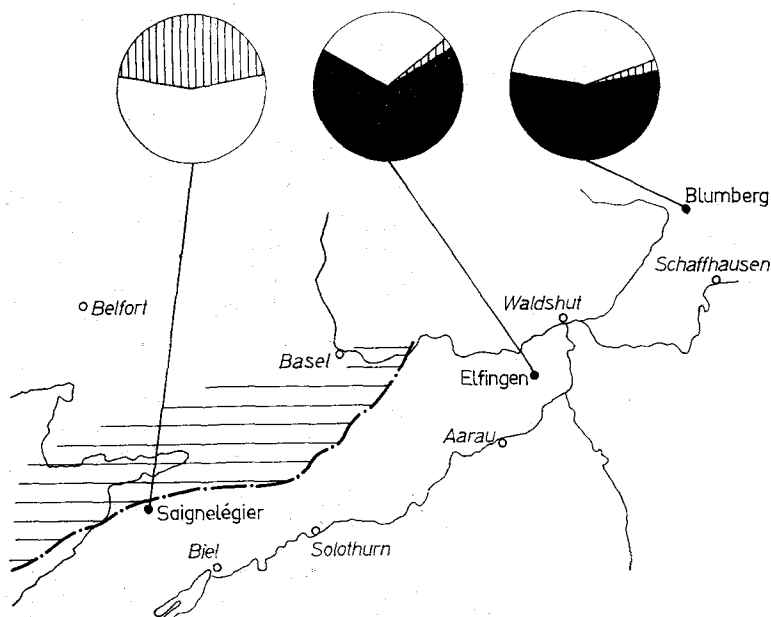


Abb. 2. Anteil der „Oppelien“ an der gesamten Mollusken-Fauna der Zone des *Gregoryceras transversarium* (oberes Oxfordien). In den Kreisen: Schwarz: Anteil der „Oppelien“. Weiß: Übrige Ammoniten, Schraffiert: Muscheln, Schnecken, Belemniten und Nautiliden. In der Karte schraffiert: Rauracische Flachwasserfazies. Die ausgewerteten Faunen verdanke ich Aufsammlungen von Dr. B. KREBS (Berlin) und Dr. H. RIEBER (Zürich).

sie zwar bereits im oberen Oxfordien (J. LAHUSEN 1888), werden jedoch erst im Volgien häufig. Auch nach Nordnorwegen (Andø), England und ins Boulonnais stoßen sie erst mit dem Tithon vor. Andererseits kennt man Einzelfunde schon aus dem unteren Malm Südostfrankreichs (W. KILIAN 1888), Württembergs (R. BRILL 1921) und Franks (J. POMPECKJ 1901). Im Gegensatz zur Seltenheit der „Aucellen“ im südlichen Europa steht ihre weite Verbreitung im pazifischen Raum (W. MAYNC 1947, S. 213—218; dort weitere Literatur; C. A. FLEMING 1959). Man darf bezweifeln, ob die „Aucellen“ wirklich eine „boreale“ Gruppe waren; viel zwangloser lassen sie sich als circumpazifische Typen deuten.

Ist damit jede klimatische Sonderung zwischen Nord und Süd während des oberen Jura fraglich geworden? Eine sorgfältige Analyse der Faunen läßt diesen Schluß nicht zu. Man kann feststellen, daß in den südlichen Breiten ein größerer Formenreichtum herrscht als im Norden. So nimmt zum Beispiel die Zahl der Gattungen bei Gastropoden und Ammoniten

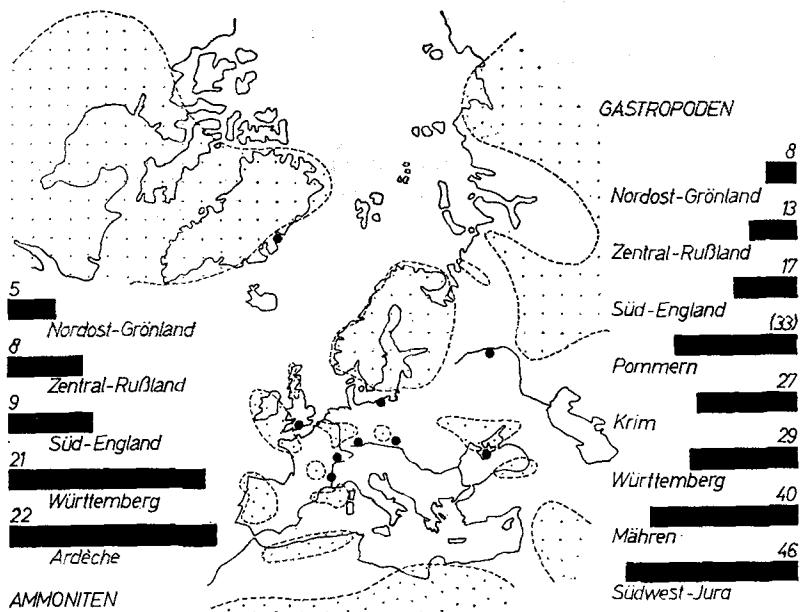


Abb. 3. Abnahme der Gattungs-Zahlen bei Ammoniten und Gastropoden gegen Norden. Punktiert: Vermutete Landgebiete. Links: Ammoniten des Kimmeridgien. Rechts: Gastropoden des Tithon bzw. Volgien (in Klammern: Fauna des Kimmeridgien). Quellen-Nachweis: Für die Ammoniten-Faunen großenteils nach eigenen Beobachtungen, sowie vor allem nach L. F. SPATH 1935 und A. PAVLOV 1886. Für die Gastropoden-Faunen nach L. F. SPATH 1936 (Nordost-Grönland), П. А. Герасимов 1955 (Zentral-Rußland), L. R. COX 1925 (Südengland), M. SCHMIDT 1905 (Pommern), В. Ф. Пчелинцев 1931 (Krim), TH. ENGEL 1908 (Württemberg), K. A. ZITTEL 1873 (Mähren) und P. DE LORIOI 1886—88 (Südwest-Jura).

nach Norden deutlich ab (Abb. 3). Dasselbe gilt für die Artenzahlen bei Riff-Korallen (Abb. 4; vgl. auch W. J. ARKELL 1935 und 1947).

Ähnliche Verhältnisse sind aus den heutigen Meeren bekannt. Auch hier sinken die Artenzahlen mit abnehmender Wasser-Temperatur (Abb. 5; vgl. auch A. G. FISCHER 1960). Man kann daraus schließen, daß auch der Rückgang der Formenfülle gegen Norden im europäischen Oberjura durch sinkende Wasser-Temperaturen bedingt ist. Das steht im Einklang mit den Ergebnissen H. C. UREYS, H. A. LOWENSTAMS, S. EPSTEIN & C. R. MCKINNEYS (1951) und H. ENGST'S (1961; zitiert nach F. X. MAYR 1964). Nach

B. ZIEGLER — Boreale Einflüsse im Oberjura Westeuropas?

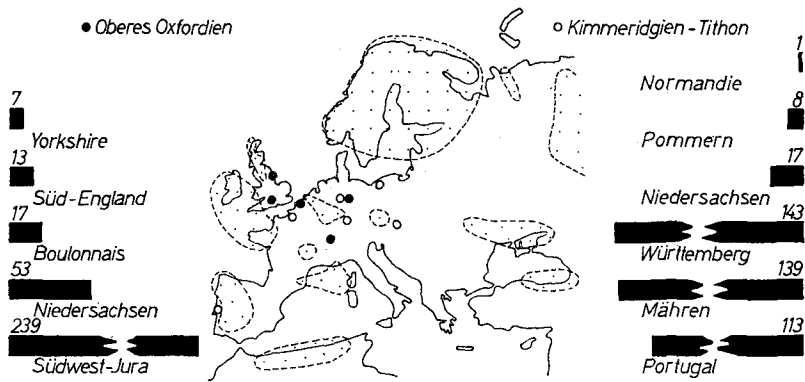


Abb. 4. Abnahme der Arten-Zahlen bei Riff-Korallen gegen Norden. Punktiert: Vermutete Landgebiete. Links: Faunen des oberen Oxfordien. Rechts: Faunen des Kimmeridgien oder Tithon. Daten nach W. J. ARKELL 1935 und 1947, A. DOLLFUS 1863, O. F. GEYER 1953, 1954 und 1957, M. SCHMIDT 1905 und V. WILSON 1948.

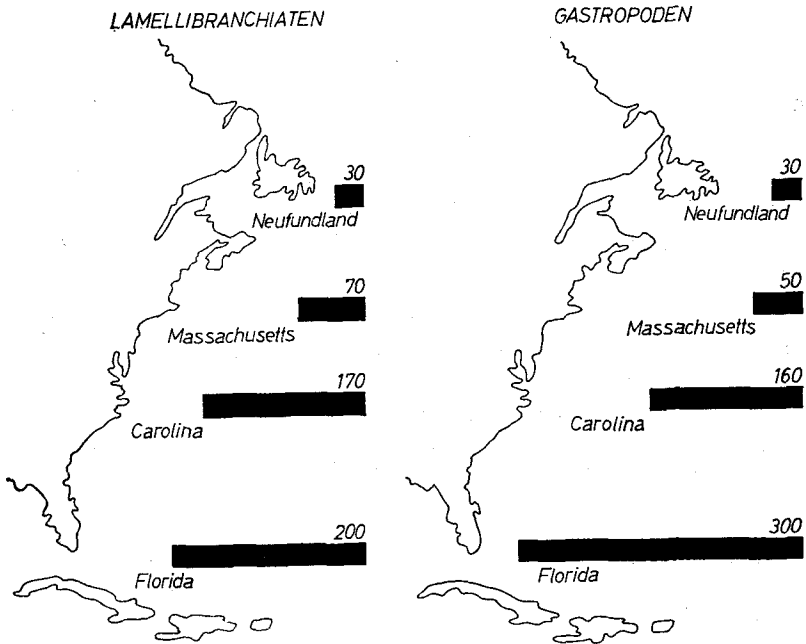


Abb. 5. Abnahme der Arten-Zahlen gegen Norden bei rezenten Mollusken. Daten nach A. G. FISCHER 1960.

ihren Messungen des Isotopenverhältnisses $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ betragen die Wassertemperaturen im mittleren Malm der Fränkischen Alb etwa $+26^\circ\text{C}$, im Malm der Hebriden dagegen nur noch $+18^\circ\text{C}$.

Weitere Beobachtungen stützen diese Schlüsse. Eine ganze Reihe von Mollusken-Gattungen geht nach Norden nur bis zu einer bestimmten Verbreitungs-Grenze (Abb. 6). Diese fällt bei Nerineen, Diceraten und *Trichites* ungefähr mit der Nordgrenze der Riff-Korallen zusammen. Es ist wahrscheinlich, daß diese Mollusken im Verein mit den Riff-Korallen uns den Tropengürtel anzeigen. Andere Arten und Gattungen stoßen wohl

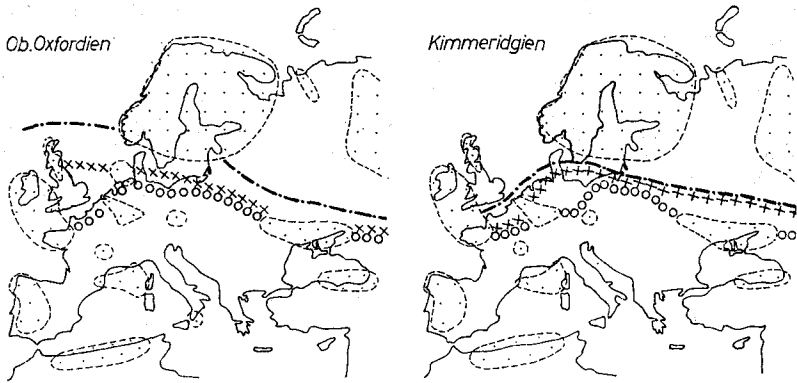


Abb. 6: Nordgrenze der Verbreitung der Riff-Korallen (Strich-Punkt), Nerineen (Kreuze) und Diceraten (Kreise). Punktirt: Vermutete Landgebiete.

weiter nach Norden vor, doch fehlen viele von ihnen — so zum Beispiel *Harpagodes*, *Ctenostreon*, *Arctostrea* und *Exogyra virgula* — in der heutigen Arktis.

Die Nordgrenze der Riff-Korallen und ihrer Begleiter markiert die Nordgrenze der marinen Tropen. Im oberen Oxfordien verläuft sie ungefähr auf der Linie Schottland—Pommern—Südrubland. Die artenarmen Riff-Korallenfaunen Englands, Nordfrankreichs und Norddeutschlands zeigen die Randlage dieser Gebiete an. Sie schalten sich als breiter Übergangs-Bereich zwischen die eigentlichen Tropen im Süden (Südfrankreich, Schweiz, Süddeutschland, Karpaten, Krim) und der borealen Region im Norden ein.

Diese „boreale“ Region umfaßt Innerrußland, Andø und die Jura-Vorkommen der Arktis (Grönland, Spitzbergen, Nordsibirien). Sie entspricht in ihrer reinen Entwicklung dem gemäßigten Gürtel.

Zum Abschluß bleibt noch zu prüfen, ob sich die Klimagürtel während des oberen Jura merklich verschoben haben. In Mittel- und Osteuropa sind die tropischen Organismen vom Oxfordien bis ins Tithon ungefähr gleich weit verbreitet (Abb. 6). Die „Oppelien“ erobern sogar — wenigstens sporadisch — im Verlaufe des Malm weite Gebiete Innerrußlands (Abb. 7).

Eine Klima-Verschlechterung, ein Zurückweichen des Tropengürtels, ist darum nicht anzunehmen.

Nur in Nordwesteuropa verlieren die Riff-Korallen und ihre Begleiter ebenso wie die „Oppelien“ beträchtliche Teile ihres Verbreitungsgebietes.

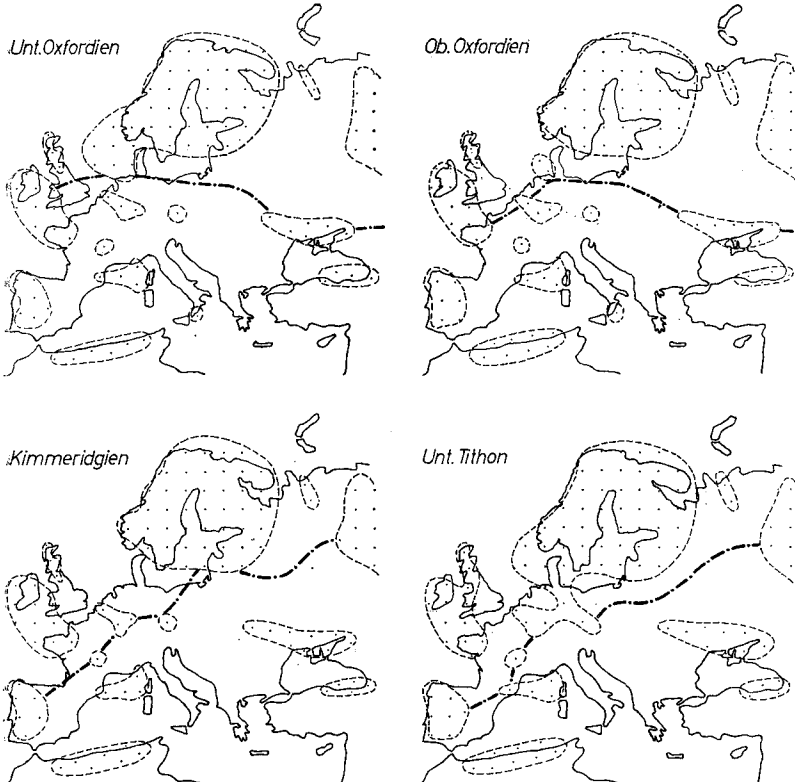


Abb. 7. Nordgrenze der Verbreitung der „Oppelien“ (Strich-Punkt). Punktirt: Vermutete Landgebiete.

Man muß in diesem Zusammenhang jedoch zweierlei berücksichtigen: Erstens hängen die Riff-Korallen und ihre Begleiter in hohem Maße von der Fazies ab. Starke klastische Schüttungen meiden sie. Ihr Fehlen in den Tonen und Sandsteinen des nordwesteuropäischen Mittel- und Obermalm ist darum verständlich. Zweitens scheinen weite Teile des Meeres im Laufe des Oberjura immer mehr zu verflachen — ein Vorgang, der an der Jura-Kreide-Grenze vielerorts zu Aussüßung oder Trockenlegung führt (vgl. auch S. 251). Das Verschwinden der „Oppelien“, die ja tieferes Wasser beanspruchten, aus diesen Flachmeeren ist leicht zu erklären.

Andererseits deutet die Gattungs-Armut im mittleren Malm Englands

Aufsätze

doch auf ein kühleres Wasser, als es im oberen Oxfordien bestand. Dieses Argument ist jedoch nicht zwingend, da Armut der Fauna auch andere als klimatische Ursachen haben kann. Einige Beobachtungen fazieller Art mahnen jedoch ebenfalls zur Vorsicht. Warum setzen in Westeuropa mit

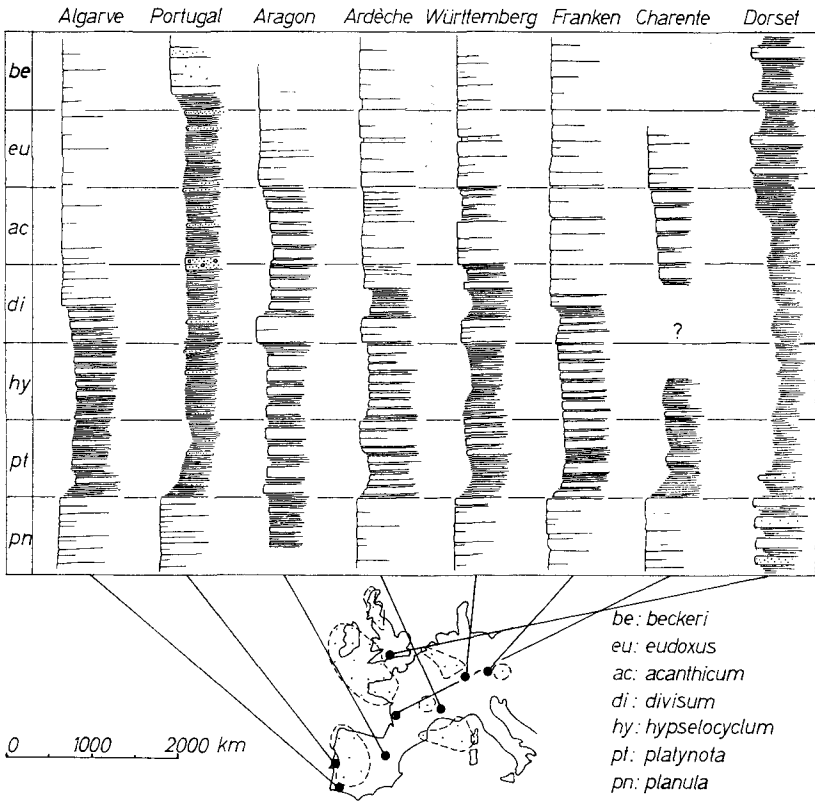


Abb. 8. Vergleich der Schichtfolge im obersten Oxfordien und Kimmeridgien Mittel- und Westeuropas. Weiß: Kalke. Waagrecht gestrichelt: Mergel und Tone. Punktiert: Sandsteine. Die wahren Schicht-Mächtigkeiten sind nicht berücksichtigt.

dem Beginn des Kimmeridgien verbreitet klastische Schüttungen ein? Warum nimmt in weiten Teilen Mittel- und Südwesteuropas zur gleichen Zeit der Kalkgehalt der Sedimente ab? Und woher rührt die auffallende Gleichzeitigkeit, mit der in oder am Ende der *divisum*-Zone die Sedimentation erneut kalkiger wird (Abb. 8)? Eine tektonische Ursache wird man bei der Großräumigkeit der Erscheinung und bei der unterschiedlichen tektonischen Geschichte der einzelnen Teilgebiete wohl ausschließen können.

Eine allgemeine Abkühlung, die eine Verschiebung der Klimazonen samt ihren biologischen und sedimentologischen Folgen bewirkt hätte, kommt kaum in Frage. Im größten Teil Mittel- und Osteuropas fehlen von ihre jegliche Spuren. Bei gleichbleibender Temperatur könnten veränderte Niederschlagsmengen großen Einfluß auf die Art der Sedimentation und damit auch auf die Fauna ausüben. Wahrscheinlicher ist jedoch, daß sich — vielleicht im Gefolge einer veränderten Konfiguration von Land und Meer — Meeresströmungen verlagert haben. Bei der exponierten Lage der Tropengebiete Nordwesteuropas mußten selbst kleinste Ursachen merklliche Folgen zeitigen.

Literatur

- ARKELL, W. J.: On the Nature, Origin, and Climatic Significance of the Coral Reefs in the Vicinity of Oxford. — Quart. Journ. Geol. Soc. London, **91**, S. 77—110, 1 Karte, London 1935.
- : The Geology of Oxford. — 267 S., 49 Abb., 5 Taf., Oxford (Clarendon Press) 1947.
- : Jurassic Geology of the World. — 806 S., 102 Abb., 28 Tab., 46 Taf., London and Edinburgh (Oliver & Boyd) 1956.
- BERCKHEMER, F. & HÖLDER, H.: Ammoniten aus dem Oberen Weißen Jura Süddeutschlands. — Beih. Geol. Jb., **35**, 135 S., 89 Abb., 27 Taf., Hannover 1959.
- BRILL, R.: *Aucella Bronni* im schwäbischen Jura. — Centralbl. Mineral., 1921, S. 379—381, 4 Abb., Stuttgart 1921.
- BURCKHARDT, C.: Faunas jurasicas de Symon (Zacatecas) y faunas cretaticas de Zumpango del Rio (Guerrero). — Bol. Inst. Geol. Mexico, **33**, 132 S., 32 Taf., Mexico 1919.
- COX, L. R.: The Fauna of the Basal Shell-Bed of the Portland Stone, Isle of Portland (including a description of the Polyzoa by W. D. LANG). — Proc. Dorset Nat. Hist. Antiquar. Field Club, **46**, S. 111—172, 6 Abb., 5 Taf., Dorchester 1925.
- DACQUÉ, E.: Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. — 499 S., 79 Abb., 1 Karte, Jena (Fischer) 1915.
- DOLLFUS, A.: La Faune Kimmérienne du Cap de la Hève. Essai d'une Révision Paléontologique. — 102 S., 18 Taf., Paris (Savy) 1863.
- ENGEL, TH.: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten. — 645 S., 261 Abb., 5 Profile, 1 Karte, 6 Taf., Stuttgart (Schweizerbart), 3. Aufl. 1908.
- ENGST, H.: Über die Isotopenhäufigkeiten des Sauerstoffes und die Meerestemperatur im süddeutschen Malm. — 184 S., Diss. Frankfurt a. Main 1961 (zitiert nach F. X. MAYR 1964).
- FISCHER, A. G.: Latitudinal Variations in Organic Diversity. — Evolution, **14**, S. 64—81, 19 Abb., Lancaster (Pa.) 1960.
- FLEMING, C. A.: *Buchia plicata* (ZITTEL) and its allies, with a description of a new species, *Buchia hochstetteri*. — New Zealand Journ. Geol. Geophys., **2**, 5, S. 889—904, 20 Abb., Wellington 1959.
- ГЕРАСИМОВ, П. А.: Руководящие ископаемые мезозоя центральных областей европейской части СССР. Часть I. Пластинчатожаберные, брюхоногие, ладьеногие моллюски и плеченотие юрских отложений. — 379 S., 3 Abb., 50 Taf., Москва (Научно-техническое издательство) 1955.

Aufsätze

- GEYER, O. F.: Eine kleine Korallenfauna aus dem mittleren Kimmeridge des Kalkrieser Bergsattels NO Engter (Wiehengebirge). — Veröffentl. Naturwiss. Ver. Osnabrück, **26**, Jber., S. 63—66, Osnabrück 1953.
- : Die oberjurassische Korallenfauna von Württemberg. — Palaeontographica, **A**, **104**, S. 121—220, 3 Tab., 8 Taf., Stuttgart 1954.
- : Der stratigraphische Wert der oberjurassischen Korallen in Europa. — Paläont. Z., **31**, S. 40—45, 1 Abb., 5 Tab., Stuttgart 1957.
- KILIAN, W.: Description géologique de la Montagne de Lure. — 458 S., 3 Karten, 8 Taf., Paris (Masson) 1888.
- LAHUSEN, J.: Ueber die russischen Aucellen. — Mém. Comité Geol., **8**, 1, 46 S., 4 Abb., 5 Taf., St.-Petersburg 1888.
- LORIG, P. DE: Études sur les Mollusques des couches coralligènes de Valfin (Jura), précédées d'une notice stratigraphique par l'Abbé E. BOURGEAT. — Mém. Soc. paléont. Suisse, **13—15**, 369 S., 40 Taf., Genève 1886—88.
- MAYNC, W.: Stratigraphie der Jurabildungen Ostgrönlands zwischen Hochstetterbugten (75° N) und dem Keiser Franz Joseph Fjord (73° N). — Medd. om Grønland, **132**, 2, 223 S., 38 Abb., 1 Karte, 7 Taf., København 1947.
- MAYR, F. X.: Das Karbonatthermometer zur Bestimmung der Temperatur vorweltlicher Meere. — Naturw. Rdsch., **17**, 2, S. 61—63, Stuttgart 1964.
- NEUMAYR, M.: Über klimatische Zonen während der Jura- und Kreidezeit. — Denkschr. k. Akad. Wiss., Math.-naturw. Cl., **47**, S. 277—310, 1 Karte, Wien 1883.
- NIKITIN, S.: Einige Bemerkungen über die Jura-Ablagerungen des Himalaya und Mittelasiens. — N. Jb. Mineral., 1889, 2, S. 116—145, Stuttgart 1889.
- PAVLOW, A.: Les Ammonites de la zone à *Aspidoceras acanthicum* de l'est de la Russie. — Mém. Comité Geol., **2**, 3, 91 S., 10 Taf., St.-Petersbourg 1886.
- POMPECKJ, J. F.: Aucellen im Fränkischen Jura. — N. Jb. Mineral., 1901, 1, S. 18—36, 1 Taf., Stuttgart 1901.
- ПЧЕЛИНЦЕВ, В. Ф.: Брюхоногие верхней юры и нижнего мела Крыма. — 252 S. 15 Taf., Москва и Ленинград (Геологическое издательство) 1931.
- RYF, W.: Über das Genus *Haplophylloceras* (Ammonoidea) in den Spiti-Shales von Nepal. — Eclogae geol. Helvet., **55**, 2, S. 317—325, 3 Abb., 2 Taf., Basel 1962.
- SCHMIDT, M.: Über Oberen Jura in Pommern. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie. — Abh. k. preuss. geol. L. A., n. F. **41**, S. 1—222, 6 Abb., 1 Karte, 10 Taf., Berlin 1905.
- SPATH, L. F.: The Upper Jurassic Invertebrate Faunas of Cape Leslie, Milne Land. I. Oxfordian and Lower Kimeridgian. — Medd. om Grønland, **99**, 2, 82 S., 15 Taf., København 1935.
- : II. Upper Kimmeridgian and Portlandian. — Medd. om Grønland, **99**, 3, 180 S., 2 Abb., 50 Taf., København 1936.
- STEVENS, G. R.: Faunal Realms in Jurassic and Cretaceous Belemnites. — Geol. Mag., **100**, 6, S. 481—497, 8 Abb., Hertford 1963.
- TERMIER, H. & G.: Histoire Géologique de la Biosphère. La Vie et les Sédiments dans les Géographies successives. — 721 S., 117 Abb., 36 Karten, 8 Taf., Paris (Masson) 1952.
- UHLIG, V.: Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. — Mitt. geol. Ges. Wien, **3**, S. 329—448, 1 Karte, Wien 1911.
- UREX, H. C., LOWENSTAM, H. A., EPSTEIN, S. & MCKINNEY, C. R.: Measurement of Paleotemperatures and Temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark, and the Southeastern United States. — Bull. Geol. Soc. America, **62**, S. 399—416, 1 Abb., 1 Taf., New York 1951.

- WILSON, V.: British Regional Geology. East Yorkshire and Lincolnshire. — 94 S., 34 Abb., 8 Taf., London (Geol. Survey) 1948.
- ZIEGLER, B.: Die Ammoniten-Gattung *Aulacostephanus* im Oberjura. (Taxionomie, Stratigraphie, Biologie). — Palaeontographica, A, 119, S. 1—172, 85 Abb., 5 Tab., 22 Taf., Stuttgart 1962.
- ZITTEL, K. A.: Die Gastropoden der Stramberger Schichten. — Palaeontographica, Suppl. 2, 3, S. 193—373, 13 Taf., Cassel 1873.

O¹⁸/O¹⁶-ISOTOPENANALYSEN UND PALEOTEMPERATURBESTIMMUNGEN AN BELEMNITEN AUS DEM SCHWÄB. JURA

Von PETER FRITZ, z. Z. Pisa*)

Mit 1 Abbildung

Summary

Palaeotemperature determinations were made by the oxygen isotope method on 89 Belemnoids from the Schwäb. Jura, South Germany. The data derived show a well-defined maximum in the Upper Toarcian and Lower Bajocian (up to 29° C). This maximum is followed by a decline in the Upper Bajocian times (13.2° C —18.1° C). In the Lower and Middle Lias, as in the Malm, temperatures between 18° C and 24° C are prevalent.

It is indicated that biological-ecological factors may change the O¹⁸/O¹⁶ ratio of the carbonate of the rostra and consequently the palaeotemperature results.

I. Zur Methode

In den vergangenen Jahren wurden in verschiedenen Arbeiten O¹⁸/O¹⁶-Isotopenanalysen von Jura-Belemniten veröffentlicht (BOWEN 1961 a, b; BOWEN & FRITZ 1963). In der vorliegenden Arbeit soll nun auf Grund weiterer Analysen versucht werden ein vollständigeres Bild der Temperaturverhältnisse zur Zeit der Ablagerung der Sedimente des Schwäb. Jura zu geben. Das Fossilmaterial hierfür, fast ausschließlich Belemniten, sammelte ich hauptsächlich im Gebiet von Weilheim/Teck bis Geislingen a. d. Steige. Es war möglich, die genaue stratigraphische Lage der aufgesammelten Belemniten festzustellen.

Zur Analyse wurden nur guterhaltene Belemnitenrostron verwendet, von denen angenommen werden konnte, daß sie keiner Umkristallisation unterlagen. Die Rosten wurden gut gereinigt, die äußerste, eventuell umkristallisierte Schicht des Rostrums entfernt und dann, soweit möglich, eine vollständige Scheibe aus den Rostren ausgeschnitten, um möglichst gute Temperaturmittelwerte zu erhalten. Dies so vorbereitete Material wurde

*) Anschrift des Verfassers.: Dipl.-Geol. PETER FRITZ, z. Z. Pisa (Italien), Laboratorio di Geologia Nucleare.